

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-041062

(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(51)Int.Cl.

H05B 6/12

(21)Application number : 09-105672

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 23.04.1997

(72)Inventor : INASAWA SHINJI  
KOMIYAMA MASAHIKO  
MATSUSHITA NOBUMASA  
NISHI MASAYA

(30)Priority

Priority number : 08121400 Priority date : 16.05.1996 Priority country : JP

(54) METALLIC PLATE AND CONTAINER FOR INDUCTION HEATING APPARATUS AND  
MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration in heat generating property, formability, corrosion resistance, etc., by forming a conductive layer having a specified rupture elongation value in part of external surface of aluminum or aluminum alloy material.

SOLUTION: Part of external surface of a heating metal plate is formed with an electric conductive layer serving as a heat generating layer. The conductive layer is specified to have an elongation value of 1% to 30% at rupture. On the other hand, the aluminum plate used is a soft material and exhibits elongation of 30% to 50% at rupture. Therefore, if a conductive material combined with aluminum has an elongation of less than 1%, the conductive material develops defects such as cracks. As a result, forming process is difficult, and the material has a very small impact strength. The cracks in the conductive layer may lead to gap corrosion occurring on boundary surfaces of different metals. Furthermore, although the conductive layer has to be placed in alternating magnetic field to induce an eddy current in the conductive layer, heat generating property is remarkably reduced as the eddy current is interrupted by the cracks.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.02.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>識別記号庁内整理番号F I技術表示箇所  
H 0 5 B 6/123 1 4H 0 5 B 6/123 1 4

審査請求 未請求 請求項の数10 O L （全 10 頁）

(21)出願番号	特願平9-105672	(71)出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22)出願日	平成9年(1997) 4月23日	(72)発明者	稲澤 信二 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
(31)優先権主張番号	特願平8-121400	(72)発明者	小宮山 昌彦 大阪府泉南郡熊取町大字野田950番地 住友電気工業株式会社熊取製作所内
(32)優先日	平8(1996) 5月16日	(72)発明者	松下 信賢 大阪府泉南郡熊取町大字野田950番地 住友電気工業株式会社熊取製作所内
(33)優先権主張国	日本（J P）	(74)代理人	弁理士 上代 哲司 （外2名） 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電磁加熱器用金属板及び容器並びにその製造方法

(57)【要約】  
【課題】本発明は、以下の特徴を有する電磁加熱用金属容器とその製造方法の提供を課題とする。  
(a) 適切な発熱特性を有すること。  
(b) 成形加工が容易であること。  
(c) 磁性金属材料の選択範囲が多いこと  
(d) 低コストであること。  
(e) 耐食、耐衝撃性に優れていること。  
【解決手段】電磁加熱器用金属容器をアルミニウムもしくはアルミニウム合金容器の外表面の少なくとも一部に、破断伸びが1%以上30%以下の導電層で形成することにより、炊飯ジャー等に成型しても、破断することなく、効率の良い発熱層を得ることができる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】アルミニウムもしくはアルミニウム合金の外表面の少なくとも一部に、電気めっきにより破断伸びが1%以上30%以下の導電層を形成したことを特徴とする電磁加熱器用金属板。

【請求項2】導電層の破断伸びが3%以上である請求項1に記載の電磁加熱器用金属板。

【請求項3】アルミニウムもしくはアルミニウム合金と導電層との間に亜鉛もしくは亜鉛合金よりなる中間層を形成してなる請求項1乃至請求項2に記載の電磁加熱器用金属板。

【請求項4】アルミニウムもしくはアルミニウム合金の容器の外表面の少なくとも一部に、電気めっきにより破断伸びが1%以上30%以下の導電層を形成したことを特徴とする電磁加熱器用容器。

【請求項5】アルミニウムもしくはアルミニウム合金と導電層との間に亜鉛もしくは亜鉛合金よりなる中間層を形成してなる請求項4に記載の電磁加熱器用容器。

【請求項6】アルミニウムもしくはアルミニウム合金板の外表面の少なくとも一部に形成する破断伸びが1%以上30%以下の導電層は、電解浴中に非酸化ガスバブリングを施す電気めっき法により形成することを特徴とする電磁加熱器用金属板の製造方法。

【請求項7】アルミニウムもしくはアルミニウム合金容器の外表面の少なくとも一部に形成する破断伸びが1%以上30%以下の導電層は、電解浴中に非酸化ガスバブリングを施す電気めっき法により形成することを特徴とする電磁加熱器用容器の製造方法。

【請求項8】アルミニウムもしくはアルミニウム合金板の外表面の少なくとも一部に、破断伸びが1%以上30%以下の導電層として、鉄の3価イオンが全鉄イオン量の4%以下の電解浴より非酸化ガスバブリングを実施しながら電析したニッケル鉄合金皮膜を40 $\mu$ m以上被覆することを特徴とする電磁加熱器用金属板の製造方法。

【請求項9】アルミニウムもしくはアルミニウム合金容器の外表面の少なくとも一部に、破断伸びが1%以上30%以下の導電層として、鉄の3価イオンが全鉄イオン量の4%以下の電解浴より非酸化ガスバブリングを実施しながら電析したニッケル鉄合金皮膜を40 $\mu$ m以上被覆することを特徴とする電磁加熱器用容器の製造方法。

【請求項10】請求項6あるいは請求項8の電磁加熱器用金属板を前記導電層が外側になるごとく容器に成型した電磁加熱器用金属容器の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、電磁加熱器用金属板及び電磁加熱器用容器とその製造方法に係り、特に電磁加熱式調理器具に用いられる器物とそれに使用する金属板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、電磁加熱式調理器具に用いられる器物、例えば炊飯器内釜は、発熱を受け持つ鉄、ステンレス等の磁性金属板と導熱を受け持つアルミニウムやアルミニウム合金板の複合板材を基材とし、これを後者の板を内側として深絞り等のプレス成形加工して製造する。また、内側内面には炊飯のこびりつき等の防止のためフッ素樹脂のコーティングを一般には施す。この基材たる複合板材は、例えば特公昭54-3468号公報、特公昭54-9985号公報記載の、ロール圧延によって磁性金属板とアルミニウムまたはアルミニウム合金をクラッド（複合化）する方法による材料が用いられていた。また、実開昭59-155035号公報記載の軽金属製容器の底部外面に磁性金属層を溶射にて被覆形成する内容が開示されている。また、軽金属が熱伝導性に優れるため、磁性層での発熱が均一に容器に伝熱されること、溶射が低コストである被覆法であるため全体として低コストであることが開示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記複合板材は、ロール圧延によるクラッド法により製造され、大量生産に適する。しかしロール圧延で作られているので、アルミニウムもしくはアルミニウム合金を圧縮して接合するため板厚のバラツキが大きく、このためクラッド板をプレス成形する過程で割れが生じたり、しわが生じる場合が多く、加工に大きな問題があった。さらに、発熱を受け持つ材料である、鉄もしくはステンレス等の磁性金属板と導熱を受け持つアルミニウムやアルミニウム合金板の複合板材が、双方とも延展性に富み、圧延加工や成形加工に耐えるための機能を合わせて有している必要があり、材料選択に限定要因が多い。

【0004】また、近年、産業資源の有効利用のため材料のリサイクルが重要視されている、ロール圧延によるクラッド法では、磁性金属板とアルミニウムもしくはアルミニウム合金板の複合板材を作製した後、所定の形状に打ち抜き加工する。この際、多量に発生する打ち抜きしるは、むろん複合板材でありアルミニウムもしくはアルミニウム合金板の様に単純な金属板ではなくリサイクルに難があり、高コストにつながる。さらに、磁性金属板を必要な部分に予めアルミニウムもしくはアルミニウム合金板の所定の場所に設けた複合板材の製造も困難である。また、溶射法により、磁性金属層を形成する場合、溶射皮膜自身が元来、金属組織を有さず塑性変形が困難であるため成型加工後に磁性金属層を被覆する必要がある。つまり、成型加工を磁性金属層生成の後に実施することは技術的には困難であり、また、前記実開昭59-155035号公報にも開示されていない。さらに、容器に成型加工後磁性金属層を形成する方法もあるが、耐食性、耐衝撃性及び加工性の点で十分でないという問題があった。

【0005】そこで、本発明は、以下の特徴を有する電

磁加熱用金属容器とそれに使用する板及びその製造方法の提供を課題とする。

- (a) 適切な発熱特性を有すること。
- (b) 成形加工が容易であること。
- (c) 磁性金属材料の選択範囲が多いこと
- (d) 低コストであること。
- (e) 耐食、耐衝撃性に優れていること。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、導熱層であるアルミニウムもしくはアルミニウム合金板の外表面に破断伸びが1%以上30%以下の電気めっきにより形成された磁性金属層（以下単に「導電層」という）を設けたものである。さらに、好ましくは容器に成型した後においても導電層の破断伸びが1%以上30%以下の特性を有するようにしたものであり、そのためには成型前の導電層の破断伸びは3%以上30%以下の特性を有することが必要である。成型加工の際の割れや皺の発生には、アルミニウムもしくはアルミニウム合金層の厚さもしくは伸びに殆ど影響がなく、誘導加熱の発熱層として機能する導電層の破断伸びが重要である。この導電層は非酸化性ガスバブリングを常時もしくは断続的に実施する電気めっき法により形成することが導電層の伸びや厚さ制御及び製造コストの点からいって重要である。この非酸化性ガスとは、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガスと、酸素原子を含まない混合ガスを指す。

【0007】さらに、本発明ではアルミニウムもしくはアルミニウム合金の容器の外表面に破断伸びが1%以上30%以下の導電層を形成するものである。電気めっきの基材となるアルミニウムもしくはアルミニウム合金の容器は、予め鋳物等で容器に成型したもののほかに、プレス成形加工、および／または、打ち抜き加工を施し、切断加工したアルミニウムもしくはアルミニウム合金製成形加工品であって、その成型加工品の外面に導電層を形成しても良い。

【0008】この導電層の厚みは高周波加熱の印加する交番磁界の周波数と比べ、導電層の材料とで定まる表皮効果の深さよりも更に厚く形成する必要がある。なお、上限厚さは、理論的には無いが、加工性とコスト高になることから厚すぎる必要はなく、浸透深さの2倍以内が適当である。

【0009】本願では板材を成型加工することも可能であり、成型加工のため導電層と導熱層に高度な密着性が要求される。そのため、元来密着性が低いアルミニウムもしくはアルミニウム合金と外表面の少なくとも一部に、亜鉛もしくは亜鉛合金よりなる中間層を形成し、その上に導電層を形成することが好ましい。

【0010】導電層の具体例としては、ニッケルもしくはニッケル合金、鉄もしくは鉄合金、コバルトもしくはコバルト合金の少なくとも一つより成る単一層もしくは複数層が好ましい。発熱特性を更に向上させるため、こ

れらの導電層に、P、CもしくはBをの少なくとも1つの元素を分散させて電気抵抗を上げることも考えられる。

【0011】尚、導電層に特に耐食性が要求される用途においては、導電層の最外表面に、セラミックスや金属あるいはテフロンなどの耐熱性樹脂から構成される耐食性の層を形成することが好ましい。この耐食性の層としては、特に食品衛生と耐食性を考慮した場合、導電層がニッケル、ニッケル合金、鉄、もしくは鉄合金であって、その外方に0.2μm以上1μm以下の厚さである金属クロムとクロム酸化物が多層構造をもつ皮膜を施すことが好ましい。

【0012】また、調理用に使用の際に、内面に焦げ付き防止のため、アルミニウムもしくはアルミニウム合金表面をフッ素樹脂で被覆することが好ましい。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の電磁加熱用金属容器又はそれに使用する金属板には、その外表面の一部に発熱層として機能する導電層を形成するが、その導電層の破断伸びが1%以上30%以下であることを規定する。この伸びが必要である理由については、本発明のように、2種以上金属を張り合わせて複合材とする場合、複合材の伸びは複合則に従うことが多い。この複合則とは、それぞれの材料の伸びの断面積割合で重みをつけた相加平均である。

【0014】また、本発明では使用されるアルミニウムは、軟材で30～50%の破断伸びを示す。このアルミニウムと複合される導電材料の伸びが1%を越えない場合、すなわち伸びがほとんどないような材料では、複合化された場合、導電材料に亀裂等の欠陥を生じ、亀裂に応力が集中する。このため、複合則で予想されるよりもはるかに小さな伸びで、複合材全体が破断することを見いだした。たとえば、鉄ニッケル合金材料で単体破断伸びが、0.8%程度の材料と破断伸びが30%のアルミニウム合金とを複合した材料では、0.8%の破断伸びが観測された。このように、複合される材料の一方が1%を下回る破断伸びしか有しない場合は、複合材の伸びは各層が十分に密着した場合でも複合則に従わず、伸びの小さい材料で既定される伸び率で破断伸びが決定されることを発明者らが見いだした。

【0015】成型加工の際でも、加工形状及び加工条件により、必要な材料伸びは異なるが、発明者らが調査した代表値では、成型加工の際に、最高50%伸びることが判明した。しかしながら、材料としての破断伸びは50%以上である必要はない。この理由は、成型加工の変形が、拘束条件下での塑性変形であることから、破断の基点となる端部を持たず、伸びと垂直方向に圧縮力が働くため、破断伸びがかなり大きくなる。この伸びが大きくなる割合は、成型加工の金型とのクリアランスや、加工速度、被加工材の押さえ力等にもよるが、10倍以



上に伸びる場合が多い。

【0016】アルミニウムから構成される導熱材料を成型後、電気めっき法、溶湯鍛造、溶射法や種々の気相成膜法により導電層を形成した場合でも、導電層の破断伸びが低く複合則に従わない場合は、成型材が、より硬いものに当たったりしてへこむような衝撃を受けた場合、へこみとともに表面に割れが発生する。すなわち、本発明のようにアルミニウムと複合材を形成する導電層は、成型加工性と成型品の耐衝撃性のため1%以上の伸びが必要である。

【0017】この導電層の割れは、異種金属界面に発生する隙間腐食の原因となり、腐食が進行することにより、被覆層全面の密着性が失われる。また、導電層は交番磁界中に配置され、導電層の内部に磁力線が浸透して渦電流が励起されることが必要であるが、このクラックにより渦電流が切断されるため発熱特性が大きく低下する。この耐衝撃性の評価は、家庭での使用を考慮した結果、コンクリート床面上、高さ1mに処理後の成型品を底面が下を向くように持ち、手を離すことで落下させることによりおこなった。この結果、成形材の表面に導電層を形成する場合でも、破断伸びが1%に満たない試料では、表面にクラックが発生するため、1%以上の伸びが必要であることが判明した。

【0018】この導電層のクラックは、上述のように渦電流の分断による発熱特性の低下および隙間腐食の原因となる。従って、板形状で導電層を形成し、その後成型加工を施す場合で、強加工部すなわち、側面部に関しては、加工歪み除去処理が必要となる。強加工による加工硬化のため、導電層の破断伸びが1%以下となり耐衝撃性が失われる場合は、長時間の加熱処理によりこれを回復することが可能である。しかしながら、熱処理は長時間を有することおよび導電層の酸化が考えられるため不活性ガス中で熱処理を行う必要がある。

【0019】好ましくは、成型加工後においても導電層の破断伸びが1%以上有していることであり、そうすれば成型加工後の加工歪み除去処理が不要となる。そのためには成型加工による加工硬化を考慮して、板形状で導電層を形成した時、導電層の破断伸びを3%以上とすることが必要となる。

【0020】導電層は高周波の磁束により発生する渦電流により発熱する材料であり、高周波による加熱方式では、例えば家庭用電化製品に使用される20kHz程度の周波数で発振された交番磁界中に導体を配置すると渦電流が発生し、この電流のジュール熱により発熱する。このため、効率よく加熱するには容器の材料やまた材料の厚さ等の寸法に制約がある。

【0021】これは高周波電流が金属等の導電体に流れるときに生ずる表皮効果の影響が著しいからである。各材料が電磁調理器の負荷として適当か否かは、使用周波数での表皮抵抗により決定される。導電層は金属種に限

定されるものではないが、ニッケルや鉄を中心に合金化すること等で固有抵抗を増加させて表皮抵抗を大きくすることで使用することができる。

【0022】更に本発明では、破断伸びが重要である。破断伸びは、材料に起因する機械的特性ではあるが、形成されるプロセスにより大きく影響を受ける。本発明では、コストを考慮し電気めっき法で形成することを主としているが、電気めっきの際にも特に伸びが大きくなることに留意する必要がある。一般的に言われている、電気めっき法による伸びの大きな皮膜を得る場合には、比較的大きな電流密度での電析による金属組織の微細化、有機系添加剤である光沢剤の減量化、電析温度の高温下による残留応力の低下がある。

【0023】本発明では、これらの既知の知見に従うのは言うまでもないが、本発明では伸びを大きくする要因として、電解浴中の溶存酸素が重要であることを見出した。電解浴中に溶存酸素が存在すると金属イオンの酸化が起こり、微量ではあるが金属酸化物の生成と高いイオン価数のイオンからの電析による高応力硬質皮膜の生成が確認された。

【0024】一般的に、めっき作業では、電析皮膜の表面平滑度やピット防止のためエアバブリングによる攪拌が実施される。このエアバブリングにより、溶存酸素量増加が電析皮膜の伸びに大きな影響を及ぼすことから、本発明では、電析中もしくは常時、例えば窒素ガスなどの非酸化性ガスによるバブリングを実施する。

【0025】また、電解浴が鉄を含む場合は特にこの効果大きい。一例として、鉄イオンを含むニッケル浴からの鉄ニッケル合金の電析では、エアバブリングによる溶存酸素により、電解中に3価鉄イオンが増加し、電析に必要な2価鉄イオンと共存する状態になる。2価鉄イオンからの電析は伸びが大きな鉄ニッケル合金皮膜を生じるが、3価鉄イオンからの電析では、金属間化合物 $\text{Ni}_3\text{Fe}$ が発生し、応力による効果に加え、更に破断伸びが低下する。この場合、顕著に伸びが低下し、1%を下回る破断伸びになるのは、3価鉄イオンが全鉄イオンの4%を越えた場合顕著である。

【0026】成型体の表面上に導電層を形成する場合でも、成型加工ほどの伸びの重要さは減じられるが、圧痕を生じるような衝撃を受けた場合でも皮膜に割れを発生しないため、上述のように伸びを考慮した製造プロセスが必要である。複合材の場合、皮膜に割れが発生すると、異種金属同志の接合界面が露出することになり、露出した界面からの隙間腐食が進行するため、皮膜全体の剥離の危険性が大きくなる。

【0027】導電層の厚さに関しては、上限値は特に無いが、コスト高と熱伝導性が悪い材質の場合は、アルミの厚さを越える必要はない。しかしながら、下限値は重要である。高周波電流により発生した交番磁束を効果的に消費し、発熱するための発熱体となる導電層の厚み

は、発生する渦電流の表皮効果の深さすなわち浸透深さよりも更に厚く形成する必要がある。

【0028】この浸透深さは導電層の表面近傍の渦電流が1/eになる厚さ、すなわち磁束密度が63%程度減衰するのに必要な厚さであり、電力に換算すると90%程度となる。つまり、導電層の厚さが浸透深さより薄い場合は印加された磁束エネルギーが完全には消費されず、導電層の厚さは最低でも材質により規定される浸透深さが必要であり、投入された磁束を100%近く消費するには、幾分厚いことが好ましい。

【0029】導電層の材質に関して、効率良く発熱するために、表皮抵抗を増大させる手段として、一つには導電層を構成する材料をニッケル、ニッケルクロム合金や鉄、パーマロイ、ステンレスなどの鉄合金等を使用することが挙げられる。本願では発熱特性と工業的な観点から最も適切な材料としてニッケル鉄合金（鉄含有量10~30%）が良い。

【0030】電気めっきや化学めっきの際、浴中に磷酸化合物を添加することにより、磷共析めっき、例えばNi-Pめっき、Fe-Pめっきやカルボン酸系化合物を添加することにより炭素共析めっき、例えばNi-C、Fe-Cめっき、アミノボラン等のほう素化合物を添加することにより、ほう素共析めっき、例えばNi-B、Fe-Bめっきが得られるが、これらは、金属材料の本来持つ磁気特性や機械特性を殆ど維持したまま、表皮抵抗を増大させることが可能であり、本用途には非常に効果的である。

【0031】また、アルミニウムもしくはアルミニウム合金の表面は酸化アルミを主成分とする層で覆われているので、この上に導電層の皮膜を密着性良く形成するには、金属新生面をだす必要がある。新生面をだす手法として、真空装置内で電子もしくはイオン衝撃による手法があるが、電気めっきもしくは化学めっきなどの場合、アルミニウム表面を溶解しつつ別種の金属を析出させる手法としてジンケート処理を使用することが適す。このジンケート処理はアルミニウムの場合は亜鉛単体でもよいがアルミニウム合金の場合は、密着性を効果的に増大させるため鉄、ニッケル、コバルトなどの元素を含む亜鉛合金を用いる。

【0032】導電層がニッケル、ニッケル合金、鉄、もしくは鉄合金の場合は、金属の変色防止として、防食層で被覆することが好ましいが、本発明の用途に電磁調理器用容器として例えば鍋を考えているため、この防食層は食品衛生上も使用可能である必要がある。このため、希薄な硫酸浴から電気めっきにより形成する、金属クロムとクロム酸化物が多層構造をもつ皮膜を防食層として使用する。

【0033】電気めっきの場合は、希薄な硫酸中にクロムイオンを含有する電解浴を用い、めっき条件によって多少構造は異なるが金属クロムの上に水和した酸化クロ

ムの層を有する2層構造の皮膜を形成する。本皮膜中には、不純物として硫酸根が含まれるが、電解浴中に微量のフッ素イオンを混入させることにより、耐食性を若干向上させることができる。また、皮膜の厚さに関しては、磁力線を吸収し、導電層に磁力線が充分到達する為に、1μm以下の皮膜厚であることが好ましい。

【0034】また、導電層の破断伸びが成型加工時の伸びを下回る場合でも、成型加工で加工時の伸びが導電層の破断伸びを越えない箇所のみ、導電層の厚みが渦電流の周波数と比べ導電層の材料とで定まる表皮効果の深さよりも更に厚く形成する事で成型加工が可能となる。また、磁束が印加されることなく導電層が不要な箇所は、全く被覆する必要がないが、アルミニウムとの複合則で導電層が充分薄ければ、もしくはアルミニウムが充分厚ければ複合伸びが大きくなるため成型加工が可能となる。

【0035】アルミニウムもしくは亜鉛下地めっき上に導電層を部分的にしか形成しない場合は、前述の金属界面の隙間腐食が問題となる。そこで導電層と隙間部全面を包み込む形で更に被覆を施すことが好ましい。この際には、電気伝導性が良い金属で被覆すると渦電流が短絡的に電流が流れ、抵抗が小さいため発熱に寄与しないばかりか過剰電流のため、高周波の発信器の許容電流を越えたことによる回路損傷の原因となる。そのため、本発明では発熱にもある程度寄与し電気抵抗も銅の3分の1程度のニッケルを被覆することが好ましい。また、厚さに関しては、導電性金属は電磁遮蔽層として機能するため厚ければ、発熱により寄与する導電層に磁束が至るまでに減衰する。このため薄いほうが好ましい。例えばニッケルの場合、10μmの厚さで磁束密度が表面近傍を100%とすると80%程度まで減衰する。伸びが充分であり、透磁率の低い材料で被覆すれば、この減衰率は低下することが考えられ、材料の透磁率に応じた厚さ設計が必要である。

【0036】以上のように本発明は、導電層として、適切な発熱特性を有するように金属材料及び加工性、耐衝撃性に優れる機械特性の範囲および製造プロセスを示す。また、めっき手法により高精度に導電層厚さを形成することも可能であるが、アルミニウムもしくはアルミニウム合金を所望の形状に加工した後、必要な部分に導電層を形成することにより、成形加工を容易にしている。また、材料のロスも少なく使用プロセスも電気めっきもしくは無電解めっきであるため低コストで作成が可能である

【0037】

【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。図1~5及び図7は本発明を説明するための縦断面模式図である。図1において、1はアルミニウム、2は鉄ニッケル合金皮膜、図2において、3はフッ素樹脂、4はアルミニウム合金、5は亜鉛下地めっき層、6はニッケルコバ

ルト合金皮膜、図3において、7はフッ素樹脂、8はアルミニウム合金、9は亜鉛下地めっき層、10は鉄ニッケル合金皮膜、11はニッケル層であり、図4は図3で示された板を成型加工を施した容器の断面図である。

【0038】図5は容器状のアルミ基材に処理を施した物品で、図中12はフッ素樹脂、13はアルミニウム合金、14は亜鉛下地めっき層、15は鉄ニッケル合金皮膜、16は金属クロム酸化クロム複合膜である。図6は破断伸びを測定する際に使用した試験片の形状である。図7は、鍋の形状のアルミニウム基材に導電層を形成した物品で、17および21はフッ素樹脂、18はアルミニウム合金、19は亜鉛下地めっき層、20はニッケル鉄合金皮膜である。

【0039】【実施例1】図1のアルミニウム1としては材質JIS1050系純アルミであり、サイズ2.0mm厚、425mmφのサークル板を用いた。このアルミ合金板を120g/Lの水酸化ナトリウム水溶液に80℃で処理した後、蔭酸20g/Lの常温水溶液中で、基材を陽極とし、5Vの電圧を60秒間印加する処理を行った。その後、硫酸ニッケル7水和物320g/L、塩化ニッケル20g/L、硫酸第1鉄7水和物18g/L、硼酸30g/L、2価鉄の安定化剤として塩化ヒドロキシルアミン $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 15g/Lを添加した電解浴を用い、浴温60℃、陰極電流密度 $5\text{A}/\text{dm}^2$ で100ml/分の窒素ガスバブルを実施し処理を行い、アルミ合金板面に導電層である約 $150\mu\text{m}$ のNi-Fe25%皮膜2を形成した。なお比較のため、窒素ガスバブルの代わりにエアバブルを実施した試料も準備した。作製した電磁加熱器用金属板を松下電気製IH調理器KZP1を使用し発熱特性を調査した。

【0040】比較材として、0.5mm厚さのSUS430と前記のアルミ合金板のロール圧延材を用いたところ、比較材は表面温度が10秒で60℃に達しのに比べ、本実施例によるものは、10秒加熱で95℃に達し、良好な結果を得た。なお、JIS5号試験片(図6)で破断伸びを調査したところ、複合材で35%の破断伸びを示した。また、この試験片を120g/Lの水酸化ナトリウム水溶液に80℃で処理し、アルミニウムのみを溶解し皮膜2のみを分離し破断伸びを測定した5%であった。比較に作製したエアバブルによるめっき試料は、JIS5号試験片で破断伸びを調査したところ、複合材で0.8%の破断伸びを示した。被覆板を油圧プレスで、導電層が外側になるように深さ100mm、内径250mmの鍋形状に加工を試みたところ、割れなく加工できた。比較材は成型加工の際、胴体割れと呼ばれる、容器側面部での破断を生じた。

【0041】また、耐衝撃性評価は、1kgの鉄球を落下させ、衝撃を受けた部位を目視により観察した。落下させる部位は、成型加工による加工硬化により最も破断伸びが小さくなった容器側面部とした。窒素ガスバブル

によるものは、衝撃を受けた部位を観測した結果、へこみは観測されたが皮膜に割れ等の欠陥は観測されなかった。さらに、この衝撃を受けた部位のサンプルについて、アルミニウムのみを溶解し皮膜2のみを分離し破断伸びを測定したところ1.5%であった。

【0042】【実施例2】図2のアルミニウム4としては材質JIS3004系アルミ合金MG-110(住友軽金属製)(Mg0.6~0.8%、Mn0.9~1.1%を含む)、サイズ1.5mm厚、425mmφのサークル板を用いた。サークル板の片面にはフッ素樹脂3が被覆されているものを使用した。この基材を株式会社キザイ製のSZエッチング剤80g/Lの70℃溶液に60秒間浸漬しアルミ合金表面の自然酸化膜を溶解除去を実施した。その後、68%硝酸の700ml/Lの室温溶液に30秒間浸漬し、表面に残存する強固な酸化物を溶解した。次に株式会社キザイ製スーパージンケートSZ2の室温溶液に60秒浸漬し、アルミ基材上に亜鉛合金5を置換析出した。その後、硫酸ニッケル7水和物135g/L、塩化カリウム15g/L、硫酸コバルト7水和物115g/L、硼酸30g/Lの電解浴を用い、浴温60℃、陰極電流密度 $2\text{A}/\text{dm}^2$ で100ml/分の窒素ガスバブリングの下で電気めっき処理を行った。その結果、アルミ合金板裏面に導電層である約 $100\mu\text{m}$ のNi-Co15%皮膜6を形成した。作成した電磁加熱器用金属板を松下電気製IH調理器KZP1を使用し発熱特性を調査した。

【0043】本実施例によるものは、10秒加熱で100℃に達し、良好な結果を得た。なお、JIS5号試験片(図6)で破断伸びを調査したところ、複合材で5%の破断伸びを示した。また、導電層のみの破断伸びを調査する目的で、導電層の密着性を低下させた試料を準備した。本実施例の基材は純アルミニウムではなく合金アルミニウムであるため実施例1のアルミニウムの溶解法を適用せず剥離による方法を選択した。本実施例の基材である材質JIS3004系アルミニウム合金MG-110をJIS5号試験片の形状に切り出し試験用基材とした。この基材を株式会社キザイ製のSZエッチング剤80g/Lの70℃溶液に60秒浸漬しアルミニウム合金表面の酸化自然膜を溶解除去した。

【0044】その後、68%硝酸700ml/Lの室温溶液に30秒浸漬し、表面に残存する強固な酸化物を上と同様に溶解した。次にアルミニウム表面上のめっき皮膜の密着性を低下することを目的として亜鉛合金皮膜の生成は行わず、硫酸ニッケル7水和物135g/Lの電解浴を用い、浴温60℃、陰極電流密度 $2\text{A}/\text{dm}^2$ で100ml/分の窒素ガスバブリング下で電気めっき処理を行った。その結果、アルミニウム合金板両面に導電層である約 $100\mu\text{m}$ のNi-Co15%皮膜6を形成した。試験片の端面部を研磨し、導電層のみを引き剥がし試験片とした。この試験片の破断伸びを調査したとこ



ろ、1.8%の破断伸びを示した。

【0045】この被覆板を油圧プレスで、導電層が外側になるように深さ146mm、内径221mmの炊飯ジャー内釜形状に加工したを試みたところ、割れなく加工できた。この成形加工においては、側面部分で最大50%の伸びが確認された。また、底部分から側面部分への立ち上がり部では5%の伸びであった。成型品を市販のジャー炊飯器を用い炊飯を実施したところ、問題なく炊飯が可能であることを確認した。成形後の導電層の伸びを評価するため、前述の剥離法を用いて試料を作成した。5%の加工を受けた部位では、破断伸びは1.5%であり、50%の加工を受けた部位では、破断伸びが0.8%に低下していた。伸び及び耐衝撃性回復のため、400℃で2時間の加熱処理を行ったところ、いずれの部位でも、導電層の破断伸びは、軟化により3%程度の値であった。成型品の側面部に対して、前記の耐衝撃試験を実施したところ、へこみは観察されたもののクラックは観察されなかった。

【0046】[実施例3] 図3のアルミニウム8としては材質JIS3004系アルミ合金MG-110（住友軽金属製）（Mg0.6~0.8%、Mn0.9~1.1%を含む）、サイズ1.5mm厚、425mmφのサークル板を用いた。サークル板の片面にはフッ素樹脂7が被覆されているものを使用した。この基材を株式会社キザイ製のSZエッチング剤80g/Lの70℃溶液に60秒間浸漬しアルミ合金表面の自然酸化膜を溶解除去した。その後、68%硝酸の700ml/Lの室温溶液に30秒間浸漬し、表面に残存する強固な酸化物を溶解した。次に株式会社キザイ製スーパージンケートSZ2の溶液に室温で60秒浸漬し、アルミ基材上に亜鉛合金9を置換析出した。その後、電解浴中に基材と陽極間に直径120mmの貫通孔を有する遮蔽板を配置し中央部主体に電気めっきを施し、隆起状の導電層10を生成した。

【0047】この時用いた電気めっき液はスルファミン酸ニッケル4水和物480g/L、硫酸鉄7水和物25g/L、ほう酸30g/L、グルコン酸ナトリウム20g/L、サッカリンナトリウム1g/L、ラウリル硫酸ナトリウム0.1g/L、スルファミン酸NH<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>H 15g/Lを使用し、浴温45℃、陰極電流密度25A/dm<sup>2</sup>で100ml/分の窒素ガスバブルの下で処理を行い、アルミ合金板面に導電層である約150μmのNi-20%Fe皮膜（パーマロイ）10を形成した。この基材を10%塩酸で表面洗浄した後、スルファミン酸ニッケル4水和物680g/L、塩化ニッケル6水和物20g/L、ほう酸40g/Lの50℃溶液中で陰極電流密度20A/dm<sup>2</sup>で処理を行い、ニッケル鉄合金皮膜10の表面上にニッケルめっき11を約10μm形成した。また、導電層のみの破断伸びを調査する目的で、実施例2と同様の方法で試験片を準備し、この試験

片の破断伸びを調査したところ、7%の破断伸びを示した。

【0048】この被覆板を油圧プレスで、図4に示すように、導電層が外側になるように深さ146mm、内径221mmの炊飯ジャー内釜形状に加工を試みたところ、割れなく加工できた。この成型加工においては、側面部分で最大50%の伸びが確認された。また、底部分から側面部分への立ち上がり部では5%の伸びであった。成型品を市販のジャー炊飯器を用い炊飯を実施したところ問題なく炊飯が可能であることを確認した。この容器の導電層のみの破断伸びを実施例2と同様の方法で試験片を準備し、測定したところ、50%の伸びが発生した側面部では破断伸び2%、5%の伸びが発生した底部分から側面部分への立ち上がり部分では破断伸び6.5%を示した。さらに、最も破断伸びが小さくなった側面部に対して、前記の耐衝撃試験を実施したところ、へこみは生じたもののクラックは観察されなかった。

【0049】[実施例4] 材質JIS3004系アルミニウム合金MG-110（住友軽金属製）（Mg0.6~0.8%、Mn0.9~1.1%を含む）を図5に示すような釜の形状にした厚さ1.5mmの成型品を基材として使用した。このアルミニウム合金13の成型品のサイズは深さ146mm、内径221mmであり、釜の内面にはフッ素樹脂12を被覆した。この成型品をSZエッチング剤80g/Lの70℃溶液に60秒浸漬しアルミニウム成型品の酸化自然膜を溶解除去した。その後、68%硝酸の700ml/Lの室温溶液に30分浸漬し、表面に残存する強固な酸化物を溶解した。次に株式会社キザイ製スーパージンケートSZ2の室温溶液に浸漬し、アルミニウム成型品の外表面上に亜鉛合金14を置換析出した。

【0050】この成型品を基材とし、Fe-Niめっき浴としてはスルファミン酸ニッケル4水和物480g/L、硫酸鉄7水和物25g/L、ホウ酸30g/L、塩酸ヒドロキシルアミンNH<sub>2</sub>OH·HCl 15g/L、サッカリンナトリウム1g/L、ラウリル硫酸ナトリウム0.1g/L、スルファミン酸NH<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>H 15g/Lを使用し、浴温45℃、陰極電流密度25A/dm<sup>2</sup>で100ml/分の窒素ガスバブルの下で処理を行い、アルミニウム合金板裏面に導電層である約150μmのNi-Fe20%皮膜15を形成した。耐食性向上を目指し、無水クロム酸40g/L、硫酸45g/L水溶液を電解液とし、5A/dm<sup>2</sup>の電流密度で10分間めっき処理を行った。その後、金属クロム・酸化クロム複合層16を約1ミクロン形成した。

【0051】成型品に処理を行った容器を市販のジャー炊飯器を用い炊飯を実施したところ問題なく炊飯が可能であることを確認した。さらに容器JISZ2371の塩水噴霧試験法に基づき耐食性の評価を行ったところ、無水クロム酸と硫酸の水溶液でめっき処理を行わず、導

電層が露出した試料では、50時間程度の処理で幾分褐色に変色が確認されたが、本実施例にしたがい作成した試料では、1000時間の処理でも変色は確認されなかった。

【0052】また、導電層のみの破断伸びを調査する目的で、導電層の密着性を低下させた試料を準備した。成形品を株式会社キザイ製のSZエッチング剤80g/Lの70℃溶液に60秒浸漬しアルミニウム合金表面の酸化自然膜を溶解除去した。その後、68%硝酸の700ml/Lの室温溶液に30秒浸漬し、表面に残存する強固な酸化物を上述同様に溶解した。次にアルミニウム表面上のめっき皮膜の密着性を低下することを目的として亜鉛合金皮膜の生成は行わず、スルファミン酸ニッケル4水和物480g/L、硫酸鉄7水和物25g/L、ホウ酸30g/L、塩酸ヒドロキシルアミンNH<sub>2</sub>OH·HCl15g/L、サッカリンナトリウム1g/L、ラウリル硫酸ナトリウム0.1g/L、スルファミン酸NH<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>H15g/Lを使用し、浴温45℃、陰極電流密度25A/dm<sup>2</sup>で100ml/分の窒素ガスバブリングの下で処理を行い、成型品の外面に導電層である約150μmのNi-Fe20%皮膜15を形成した。成型品を切断加工し、導電層のみを引き剥がした。釜底面より剥がした導電層をJIS5号試験片の形状に整え試験片とした。この試験片の破断伸びを調査したところ、7%の破断伸びを示した。

【0053】〔実施例5〕アルミニウム鋳物AC4C(Si6.5~7.5%、他Cu、Fe、Mn、Mg、Znを不純物として含む場合がある)を用い、図7に示すような釜の形状にした厚さが釜取っ手部付近および胴体中央部は5mm、胴体部下半分および底部分は10mmの成型品18を基材として使用した。この成型品のサイズは深さ180mm、内径210mmであり、釜の内面にはフッ素樹脂17をサンドブラスト処理後、焼き付け塗装で被覆した。なお、このフッ素樹脂の被覆は、導電層の被覆後に内外面同時に実施しても良い。

【0054】成形品をSZエッチング剤80g/Lの70℃溶液に80秒浸漬しアルミニウム鋳物の酸化自然膜を溶解除去した。その後、68%硝酸の700ml/Lの室温溶液に30秒浸漬し、表面に残存する強固な酸化物を上述同様に溶解した。次にスーパージネートSZ2の室温溶液に浸漬し、アルミニウム成型品の外表面上に亜鉛合金19を置換析出した。密着性向上のため、置換析出した後、68%硝酸の700ml/Lの室温溶液に20秒浸漬し、亜鉛を部分的に溶解し、さらにスーパージネートSZ2の室温溶液に浸漬し、アルミニウム成型品の外表面上に亜鉛合金を再度、置換析出した。

【0055】この成形品を基材とし、Fe-Niめっき浴としては、硫酸ニッケル7水和物320g/L、塩化ニッケル20g/L、硫酸第1鉄7水和物18g/L、ホウ酸30g/L、2価鉄の安定化剤としてアスコルビ

ン酸ナトリウム20g/Lを添加した電解浴を用い、浴温60℃、陰極電流密度25A/dm<sup>2</sup>で100ml/分の窒素ガスバブリングの下で処理を行い、アルミニウム合金面に導電層である約150μmのNi-Fe25%の鉄ニッケル合金皮膜20を形成した。さらに、比較のため、窒素ガスバブルの代わりにエアーバブルを実施した試料も準備した。なお、皮膜厚さに関しては、めっき処理の陽極の配置を釜側面部分もしくは側面に配置することにより間部底部分が厚いめっきとなるように設定した。本実施例で記載の厚さ150μmは鍋底部分の厚さであり、胴体部分中央付近では約10μm程度であった。耐食性向上を目指し、導電層の外面をブラスト処理を施した後、内面同様、フッ素樹脂21の焼き付け塗装を実施した。

【0056】成形品に処理を行った容器を市販のジャー炊飯器を用い炊飯を実施したところ、問題なく炊飯が可能であることを確認した。更に容器をJISZ2371の塩水噴霧試験法に基づき耐食性の評価を行ったところ、本実施例にしたがい作成した試料では1000時間の試験後でも変色は確認されなかった。また、導電層のみの破断伸びも実施例4と同様に成型品を切断加工し、導電層のみを引き剥がした。釜底面より剥がした導電層をJIS5号試験片の形状に整え試験片とした。この試験片の破断伸びを調査したところ、7%の破断伸びを示した。

【0057】また、底面及び側面に対して、前記の耐衝撃試験を実施し、衝撃を受けた部位を観測した結果、いずれもへこみは観測されたが皮膜に割れ等の欠陥は観測されなかった。同様に、エアーバブリングによる容器に対しても同様に底面及び側面に対して、前記の耐衝撃試験を実施した。その結果、エアーガスバブルによるものは、衝撃を受けた部位を観測した結果、へこみの周辺に明らかな亀裂が確認され、亀裂の先端はアルミニウムにまで至っていた。このクラックを生じた釜を、松下電器製IH調理器KZP1を使用し発熱特性を調査したところ、表面温度の上昇は少なく、10秒で20℃程度の上昇しか確認されなかった。

【0058】

【発明の効果】本発明の電磁加熱器用容器は、電気めっきによりアルミニウムもしくはアルミニウム合金の外表面の少なくとも一部に、破断伸びが1%以上30%以下の導電層を形成している金属板を炊飯ジャー等の器に成型しても、破断することはなく、効率の良い発熱層を形成することができる。

【0059】導電層は、高周波の磁束により発生する渦電流が流れることにより発熱体となる金属もしくは合金層であるので、効率の良い発熱層を形成することができる。更に、導電層の厚みは、渦電流の周波数と前記導電層の材料とで定まる表皮効果の深さよりも更に厚く形成しているので、効率の良い発熱層を形成することができ

る。

【0060】また、導電層の厚みは、前記導電層の伸びが破断伸びを超えない範囲で金属板の成型加工後の前記導電層の厚みが前記渦電流の周波数と前記導電層の材料とで定まる表皮効果の深さよりも更に厚くなるごとく予め成型加工前に形成しているので、炊飯用ジャーに成型しても当初の発熱層を形成することが可能である。アルミニウムもしくはアルミニウム合金の外表面と導電層との間に亜鉛もしくは亜鉛合金よりなる中間層を形成しているので、導電層を密着させることが可能である。

【0061】導電層は、ニッケルもしくはニッケル合金、鉄もしくは鉄合金、コバルトもしくはコバルト合金の少なくとも一つより成る単一層もしくは複数層を非酸化ガスバブリングによる電気メッキを施しているので、導電層に割れを生じることなく、比較的安価にして、かつ、適切な厚さの導電層を適宜形成し、効率の良い発熱を得ることができる。導電層には、更にリン、炭素もしくはほう素の少なくとも1つの元素を分散させているので、導電層の発熱効率を高めることができる。

【0062】導電層の外側には、クロム層の耐食性層を形成しているので、長期にわたっても腐食されることはない。導電層の外方に0.2以上1 $\mu$ m以下の厚さの金属クロムとクロム酸化物が多層構造をもつ皮膜を有するので、腐食されることがないから、長期間にわたって衛生が保たれる。アルミニウムもしくはアルミニウム合金の外表面は、フッ素樹脂で被覆しているので、腐食されることがなく、衛生が保たれる。導電層が外側になるご\*

\*とく容器に成型しているので、炊飯ジャー等の電磁加熱用成形物が比較的容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すアルミ板の縦断面模式図である。

【図2】本発明の他の実施例を示すアルミ板の縦断面模式図である。

【図3】本発明のその他の実施例を示すアルミ板の縦断面模式図である。

10 【図4】図3で示したアルミ板を成型加工した容器の縦断面模式図である。

【図5】本発明の実施例を示す処理を施した容器の縦断面模式図である。

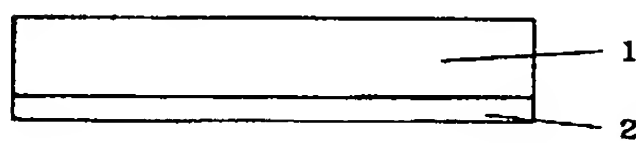
【図6】破断伸びを測定する際に使用した試験片の形状である。

【図7】本発明のその他の実施例を示す処理を施した容器の縦断面模式図である。

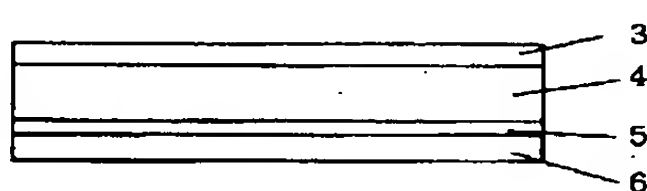
【符号の説明】

- 1：アルミニウム、
- 2、15、20：鉄ニッケル合金皮膜、
- 3、7、12、17、21：フッ素樹脂、
- 4、8、13、18：アルミニウム合金、
- 5、9、14、19：亜鉛下地めっき層、
- 6、10：ニッケルコバルト合金皮膜、
- 11：ニッケル層、
- 16：金属クロム酸化クロム複合膜

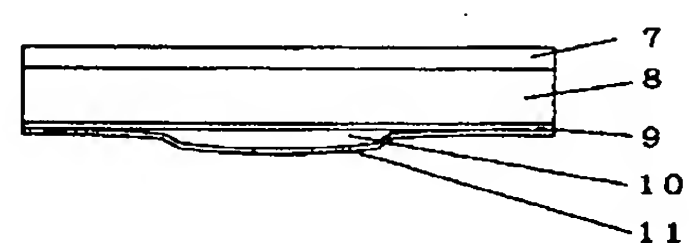
【図1】



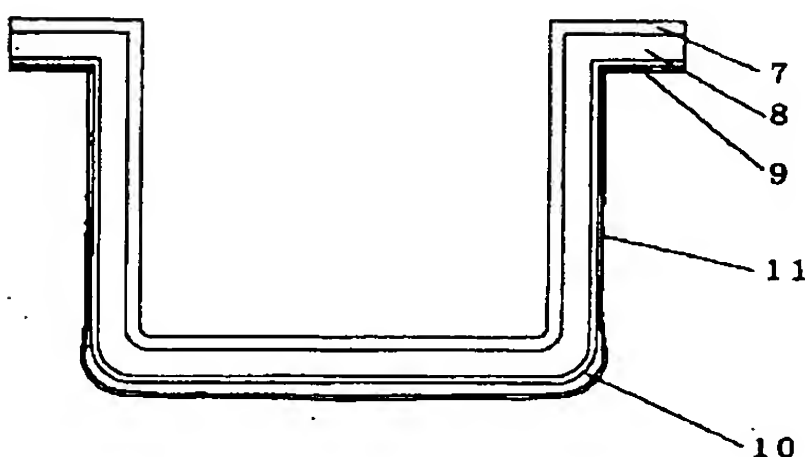
【図2】



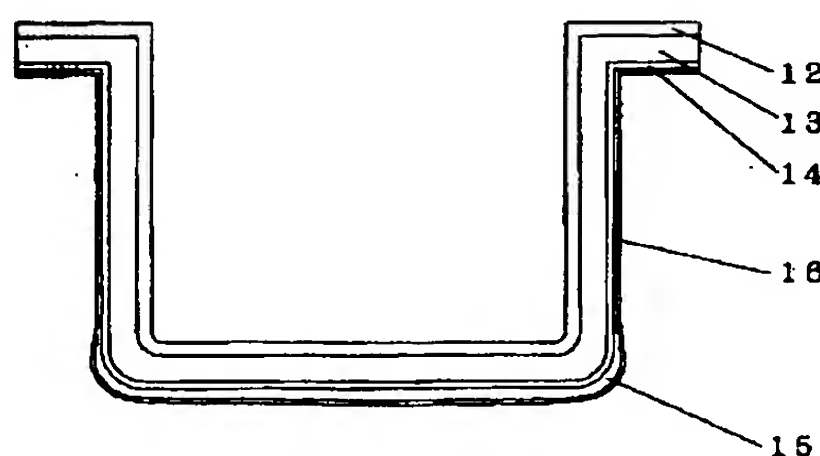
【図3】



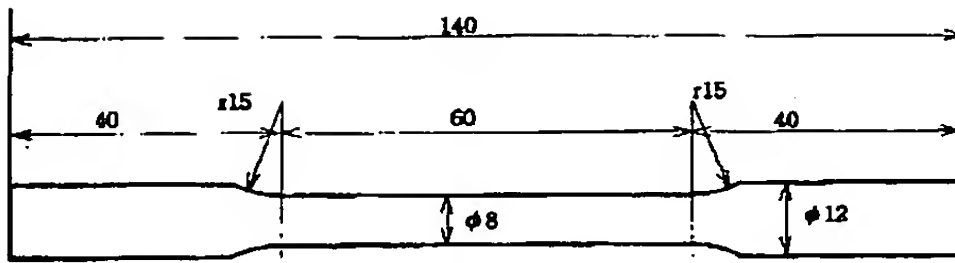
【図4】



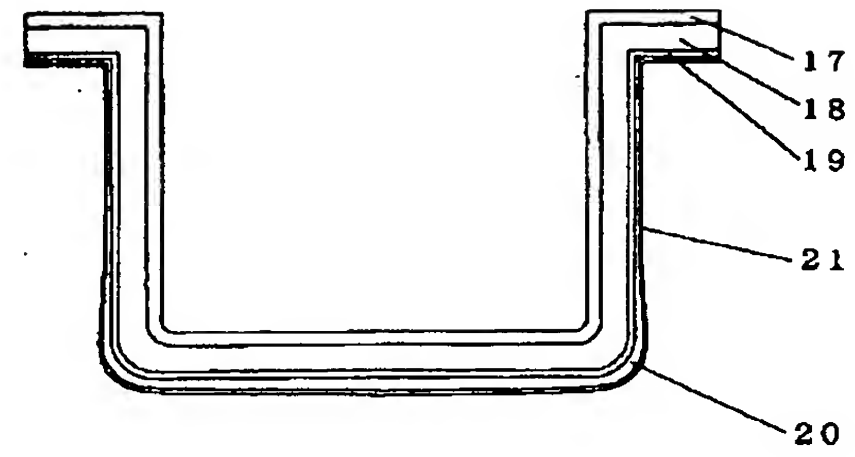
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 西 雅也  
大阪府泉南郡熊取町大字野田950番地 住  
友電気工業株式会社熊取製作所内